

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-075596

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H05B 3/10

H05B 3/12

H05B 3/18

H05B 3/46

(21)Application number : 2000-255890

(71)Applicant : IBIDEN CO LTD

(22)Date of filing : 25.08.2000

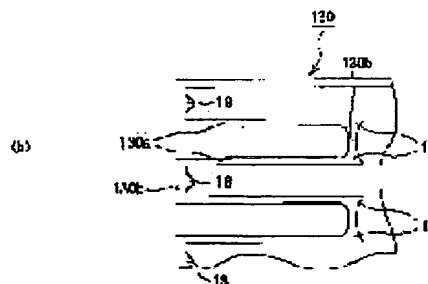
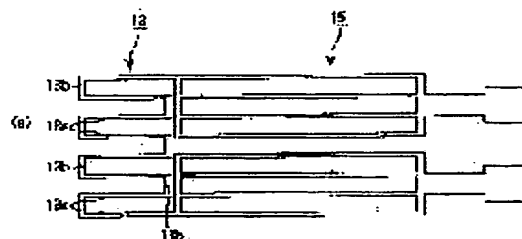
(72)Inventor : TAKAHASHI TAKUYA

## (54) CERAMIC HEATER AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a ceramic heater with superior stability and durability not causing wire break or a change in resistance by generation of the narrowed resistor caused by remaining air bubbles in the resistor heater.

**SOLUTION:** This ceramic heater is embedded, between a ceramic core material and a ceramic insulation layer surrounding the core material, with the resistor comprising components parallel to the axis of the core material and circumferential components perpendicular to the axis. The resistor is formed by printing conductor paste, and at least a part of the components perpendicular to a printing direction of the resistor is printed so that it is thicker than the components parallel to the printing direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-75596

(P2002-75596A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 5 B	3/10	H 0 5 B 3/10	A 3 K 0 9 2
			C
	3/12	3/12	A
	3/18	3/18	
	3/46	3/46	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-255890(P2000-255890)

(22) 出願日 平成12年8月25日 (2000.8.25)

(71) 出願人 000000158

イビデン株式会社

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

(72) 発明者 高橋 卓也

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ  
ン株式会社大垣北工場内

(74) 代理人 100086586

弁理士 安富 康男 (外2名)

Fターム(参考) 3K092 PP15 PP16 PP20 QA01 QB02

QB31 QB45 QB74 QB76 QC27

QC38 RA02 RA04 RB22 RD09

RD16 RD25 RD47 VV18 VV28

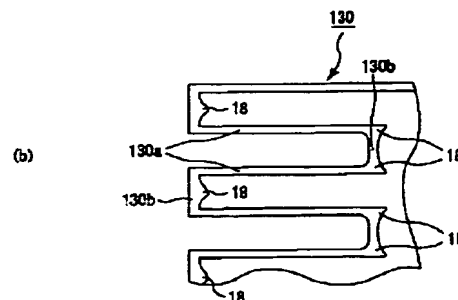
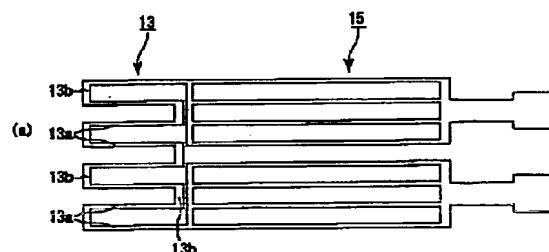
VV34

(54) 【発明の名称】 セラミックヒーター及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 抵抗発熱体に気泡が残留することにより、抵抗発熱体に細りが発生して抵抗値が変化したり、断線したりすることのない発熱安定性及び耐久性に優れたセラミックヒーターを提供する。

【解決手段】 セラミックからなる芯材と、上記芯材を巻包するセラミックからなる絶縁層との間に、上記芯材の軸方向に平行な成分と軸方向に垂直な円周方向成分とから構成される抵抗発熱体が埋設されたセラミックヒーターであって、上記抵抗発熱体は、導体ペーストを印刷することにより形成され、かつ、少なくとも、上記抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、上記印刷方向に平行な成分よりも太くなるように印刷されていることを特徴とするセラミックヒーター。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックからなる芯材と、前記芯材を巻包するセラミックからなる絶縁層との間に、前記芯材の軸方向に平行な成分と軸方向に垂直な円周方向成分とから構成される抵抗発熱体が埋設されたセラミックヒーターであって、前記抵抗発熱体は、導体ペーストを印刷することにより形成され、かつ、少なくとも、前記抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、前記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように印刷されていることを特徴とするセラミックヒーター。

【請求項2】 抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分には、1又は2以上の突起部が形成されている請求項1記載のセラミックヒーター。

【請求項3】 請求項1又は2記載のセラミックヒーターの製造方法であって、少なくとも、抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、前記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように、フィルム上に前記抵抗発熱体用の導体ペーストをスクリーン印刷する導体ペースト印刷工程を含むことを特徴とするセラミックヒーターの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミック中に抵抗発熱体が埋設されたセラミックヒーター及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】芯材とこの芯材を巻包する絶縁層との間に、高融点金属からなる抵抗発熱体が埋設されたセラミックヒーターは、自動車用の酸素センサーやグローシステム等における発熱源として、また、半導体加熱用ヒーター及び石油ファンヒーター等の石油気化器用熱源等として、広範囲に使用されている。

【0003】図8(a)は、この種のセラミックヒーターの一例を模式的に示した斜視図であり、(b)は、(a)図におけるA-A線断面図である。また、図9(a)は、抵抗発熱体を平面に展開して示した展開図であり、(b)は、その一部を拡大して示した部分拡大図である。

【0004】このセラミックヒーター30は、芯材11とこの芯材11を被覆する絶縁層32との間に、抵抗発熱体33及び端子部35が埋設された構造となっている。すなわち、このセラミックヒーター30は、円柱形状の芯材11の表面に高融点金属からなる抵抗発熱体33及び端子部35が設けられ、絶縁層32は、抵抗発熱体33及び端子部35の全体を被覆するように形成されている。

【0005】また、図8(a)に示すように、絶縁層32の端子部35の端部には、絶縁層32の外周に沿って湾曲した板状の外部端子34が設けられており、この外部端子34と端子部35とは、図8(b)に示すよう

に、絶縁層32に設けられたスルーホール36を介して接続されている。そして、外部端子34に板バネ式の接続部材(図示せず)を介して通電することによって抵抗発熱体33が発熱する結果、ヒーターとして機能する仕組みとなっている。また、図9(a)に示すように、抵抗発熱体33は、コの字型及び左右逆コの字型の状態に順次結合され、円周方向に繰り返しパターンが形成されている。

【0006】このような構成のセラミックヒーターは、絶縁層となるグリーンシート上に抵抗発熱体33や端子部35となる導体ペースト層等をスクリーン印刷により形成し、この導体ペースト層等が形成されたグリーンシートを、芯材11となる円柱形状の成形体に導体ペースト層が内側になるように巻き付けた後、脱脂、焼成することにより製造していた。

【0007】そして、スクリーン印刷により、この導体ペースト層を形成する際には、高融点金属を含有する導体ペーストを保持したスキージを、抵抗発熱体33から端子部35に向かって、ヒーターの長さ方向に平行に走らせていた。また、この際、抵抗発熱体33の幅は、全ての部分で略一定となるように印刷されていた。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような構成からなる従来のセラミックヒーター30においては、以下のような問題点があった。

【0009】すなわち、上述した通り、抵抗発熱体33は、上記導体ペーストをスクリーン印刷することによって形成されるが、スキージを走らせる際、上記導体ペースト中にエアも巻き込んだ状態で印刷される。

【0010】抵抗発熱体33のスクリーン印刷の方向に平行な成分33aでは、この巻き込んだエアは、スキージの移動に伴って移動するため、該部分にエアが残留することは殆どなく、略均一に導体ペーストを印刷することができる。

【0011】しかしながら、図9(b)に示したように、抵抗発熱体33のスクリーン印刷の方向に垂直な成分33bでは、上記スキージに伴って移動してきたエアが垂直成分33bの端部に集中し、気泡38となってこの部分に残留してしまう。スクリーン印刷の際、上記導体ペースト中にエアが巻き込まれることを完全に防止したり、巻き込まれたエアを完全に除去することは困難であり、垂直成分33bには、どうしても気泡38が残留してしまう。

【0012】このように、抵抗発熱体に気泡が残留していると、この抵抗発熱体の一部が細り、この細りに起因して抵抗発熱体の抵抗値が大きくなり、その部分の温度が他の部分に比べて高くなってしまっていた。また、この気泡が大きくなると、抵抗発熱体が断線してしまうこともあった。

【0013】本発明は、上記課題に鑑み、抵抗発熱体に

気泡が残留することにより、抵抗発熱体に細りが発生して抵抗値が変化したり、断線したりすることのない発熱安定性及び耐久性に優れたセラミックヒーターを提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明のセラミックヒーターは、セラミックからなる芯材と、上記芯材を巻包するセラミックからなる絶縁層との間に、上記芯材の軸方向に平行な成分と軸方向に垂直な円周方向成分とから構成される抵抗発熱体が埋設されたセラミックヒーターであって、上記抵抗発熱体は、導体ペーストを印刷することにより形成され、かつ、少なくとも、上記抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、上記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように印刷されていることを特徴とする。

【0015】また、本発明のセラミックヒーターの製造方法は、上記構成のセラミックヒーターの製造方法であって、少なくとも、抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、上記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように、フィルム上に上記抵抗発熱体用の導体ペーストをスクリーン印刷する導体ペースト印刷工程を含むことを特徴とする。以下、本発明を詳細に説明する。

【0016】

【発明の実施の形態】以下の説明においては、従来の場合と同様、抵抗発熱体を印刷する際の印刷方向は、抵抗発熱体から端子部に向かって行うものとする。即ち、上記印刷方向とセラミックヒーターの芯材の軸線方向とは、一致するものとする。但し、本発明における抵抗発熱体の印刷の方向は、これに限定されるものではなく、任意の方向から印刷することができる。

【0017】まず、本発明のセラミックヒーターについて説明する。本発明のセラミックヒーターは、セラミックからなる芯材と、上記芯材を巻包するセラミックからなる絶縁層との間に、上記芯材の軸方向に平行な成分と軸方向に垂直な円周方向成分とから構成される抵抗発熱体が埋設されたセラミックヒーターであって、上記抵抗発熱体は、導体ペーストを印刷することにより形成され、かつ、少なくとも、上記抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、上記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように印刷されていることを特徴とする。

【0018】図1(a)は、本発明のセラミックヒーターの一例を模式的に示した斜視図であり、(b)は、(a)図におけるA-A線断面図である。また、図2(a)は、抵抗発熱体の一例を平面に展開した展開図であり、(b)は、抵抗発熱体の別の一例を平面に展開した部分拡大図である。

【0019】図1に示したように、本発明のセラミックヒーター10は、上述した従来のセラミックヒーター30と略同様の構成であり、芯材11とこの芯材11を被覆する絶縁層12とからなるセラミック基体に、抵抗発

熱体13が埋設された構造となっている。

【0020】但し、外部端子を設け、スルーホールを介して端子部15と接続される構造ではなく、端子部15の一端部が表面に露出し、外部端子として機能する形態となっている。しかしながら、芯材11の表面にそのまま端子部15の一端部を露出させると、絶縁層12表面との段差がついてしまうので、端子部15の一端部の下に接着層16を形成し、端子部15の露出部分を絶縁層12の表面と余り変わらない高さとしている。接着層16の材料は、絶縁層と略同様である。なお、本発明のセラミックヒーターは、図8に示したような構成のものであってもよい。

【0021】図2(a)に示したように、本発明のセラミックヒーター10の抵抗発熱体13は、芯材11の軸方向に平行な成分（以下、平行成分13aともいう）と軸方向に垂直な円周方向成分（以下、垂直成分13bともいう）とから構成されており、また、抵抗発熱体13は、コの字型及び左右逆コの字型の状態で順次結合され、円周方向に繰り返しパターンが形成され、抵抗発熱体13と端子部15の露出部分との間は、並列に形成された複数本のラインから構成されている。このように、抵抗発熱体13と端子部15の露出部分との間を、並列に形成された複数本のラインとすることにより、この部分での抵抗を低くして発熱を防止することができる。

【0022】また、抵抗発熱体13は、導体ペーストを印刷することにより形成され、かつ、少なくとも、抵抗発熱体13の垂直成分13bの一部が、平行成分13aよりも幅広くなるように印刷されている。

【0023】従来のセラミックヒーター30において説明した通り、抵抗発熱体を印刷すると、抵抗発熱体の垂直成分には、気泡が残留し、細り等が発生してしまうが、本発明のセラミックヒーター10においては、少なくとも、抵抗発熱体13の垂直成分13bの一部が、その平行成分13aよりも幅広く形成されているので、上記気泡がこの垂直成分13bに残留しても、この部分に細りが発生して抵抗値が変動したり、断線してしまうことがない。ただし、垂直成分13bの幅は、平行成分13aの幅と比較して、余り幅広くならないようにすることが望ましい。余り幅広くすると、発熱量が小さくなるため、全体が均一に発熱しないからである。

【0024】上記事項を勘案すると、抵抗発熱体13の垂直成分13bの幅は、その平行成分13aに対して、1.2～1.8倍程度であることが好ましい。1.2倍未満であると、気泡が残留した際、細りや断線が発生してしまう。一方、1.8倍を超えると、細りや断線の発生は防止することができるが、垂直成分13bの幅が大きすぎるため、抵抗値が変動してしまい、所望の発熱量を得ることができない。

【0025】また、図2(b)に示した抵抗発熱体130のように、抵抗発熱体130の垂直成分130bに

は、1又は2以上の突起部18が形成されていることが好ましい。このように、突起部18を形成することで、気泡を突起部18に集中させることができ、また、垂直成分130bの突起部18以外の部分の幅は、平行成分130aの幅と略同じであるので、抵抗発熱体130の幅のばらつきに起因する抵抗値の変動を低く抑えることができる。

【0026】突起部18が形成された部分の最大幅は、(a)図に示した垂直成分13bの全体の幅を広くした場合の幅と同程度であることが好ましい。同様に発熱の不均一を防止するためである。突起部18は、余り急激に幅広くならないように、なだらかな傾斜で形成されていることが望ましい。発熱が急激に変化するのを防止するためである。また、図2(a)及び(b)に示した垂直成分13bや突起部18の最大幅は、隣接して形成された端子部にあまり接近しすぎないように調製することが望ましい。垂直成分13bや突起部18と端子部との間にマイグレーションが生じ、短絡等が発生することを防止するためである。

【0027】上記導体ペーストは、W、Ta、Nb、Ti、Mo、Re等の高融点金属より構成されていることが望ましい。これらの高融点金属は、単独で用いられたものであってもよく、2種以上が併用されたものであってもよい。また、これらの高融点金属にアルミナ等のセラミックが添加されたものであってもよい。なお、端子部15も上記導体ペーストで形成されている。

【0028】上記導体ペーストの印刷方法としては特に限定されず、例えば、マスクを用いたスキージによる方法やスクリーン印刷法等を挙げることができる。これらのなかでは、スクリーン印刷法が好ましい。

【0029】セラミックヒーター10における芯材11及び絶縁層12は、セラミックにより構成されている。芯材11及び絶縁層12を構成するセラミックとしては特に限定されず、例えば、アルミナ、ジルコニア、ムライト等の酸化物セラミック、窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の窒化物セラミック、炭化ケイ素等の炭化物セラミック等を挙げることができる。

【0030】これらのなかでは、アルミナ、ムライト、窒化ケイ素が好ましく、特に、アルミナを主成分とし、焼結助剤として、SiO<sub>2</sub>を4重量%以下、MgOを0.5重量%以下、CaOを1.2重量%以下含有する密度率が96%以上のアルミナセラミックが好ましい。

【0031】芯材11及び絶縁層12の密度率が96%未満であったり、上記焼結助剤の量が上記範囲より大きいと、開孔が存在する可能性が高くなり、また、これらを構成するアルミナセラミックの粒界がマイグレーション等により劣化して、空孔が形成されやすくなるため、長期間使用した場合に抵抗発熱体13が酸化されやすくなる。なお、密度率とは、セラミックの理論密度に対する実際の焼結体の密度の比の百分率をいう。

【0032】上述した通り、本発明のセラミックヒーターは、少なくとも、抵抗発熱体の垂直成分の一部が、その平行成分よりも幅広く形成されている。従って、抵抗発熱体となる導体ペーストをスクリーン印刷する際、上記導体ペーストとともに巻き込まれたエアに起因する気泡が、上記垂直成分に残留していても、本発明のセラミックヒーターは、上記垂直成分に細りが発生して抵抗値が変動したり、断線してしまうことがなく、発熱安定性とともなう耐久性に優れるものとなる。

10 【0033】次に、本発明のセラミックヒーターの製造方法について説明する。本発明のセラミックヒーターの製造方法は、上記構成のセラミックヒーターの製造方法であって、少なくとも、抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、上記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように、フィルム上に上記抵抗発熱体用の導体ペーストをスクリーン印刷する導体ペースト印刷工程を含むことを特徴とする。

20 【0034】図3～6は、本発明のセラミックヒーターを製造する工程の一部を模式的に示した断面であり、いずれの図においても、(a)は断面図、(b)は正面図である。

【0035】まず、図3に示したように、離型性を有するプラスチックフィルム41上に、スクリーン印刷により、アルミナ粉末とバインダー樹脂と溶剤とを含むペーストを用いて接着層用グリーンシート47を形成する。続いて、導体ペースト印刷工程として、スクリーン印刷により抵抗発熱体13となる導体ペースト層43aと端子部15となる導体ペースト層43bとを形成する。このとき、導体ペースト層43a、43bの印刷方向、すなわち、スキージを走らせる方向は、抵抗発熱体13の平行成分13aとなる導体ペースト層に平行な方向である。

【0036】この導体ペースト印刷工程において、少なくとも、抵抗発熱体13となる導体ペースト層43aの印刷方向に垂直な成分(垂直成分13bとなる導体ペースト層)の一部が、上記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように、導体ペースト層43aを形成する。

【0037】導体ペースト層43a、43bは、上記本発明のセラミックヒーターで説明した導体ペーストと同様のものを使用することができ、例えば、導体ペースト層43a、43bに含まれる高融点金属がWである場合、W粒子の平均粒径は、0.5～5μmが好ましい。また、図3では、導体ペースト層43a、43bを少し厚く示しているが、実際の厚さは、20～80μm程度であり、プラスチックフィルム41よりかなり薄い。

【0038】次に、図4に示したように、グリーンシート印刷工程として、上記導体ペースト印刷工程で印刷された導体ペースト層43a、43bを含む領域に、導体ペースト層43a、43bを覆うように、セラミック粉末とバインダー樹脂と溶剤とを含む絶縁層用のペースト

を重ねてスクリーン印刷し、グリーンシート44の層を形成する。このとき、焼成後に外部に露出される部分の導体ペースト層43bは、グリーンシート44に覆われず、露出する。

【0039】上記セラミック粉末を構成するセラミックの種類としては特に限定されず、例えば、上記本発明のセラミックヒーターで説明したセラミック粉末を挙げることができる。これらのなかでは、アルミナ、ムライト、窒化ケイ素が好ましく、特に、アルミナを主成分とし、焼結助剤として、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 等が添加されたものが好ましい。

【0040】そして、このグリーンシート44の乾燥を行う。これら接着層用グリーンシート47、導体ペースト層43a、43b及びグリーンシート44が積層されたものを積層体40とする。また、例えば、グリーンシート44中のセラミック粉末がアルミナである場合、アルミナ粒子の平均粒径は1~10 $\mu\text{m}$ が好ましい。また、グリーンシート44の厚さは、100~500 $\mu\text{m}$ 程度が好ましい。

【0041】次に、図5に示したように、グリーンシート44が下側にくるように図4に示した積層体40を反転し、所定の台45の上に載置した後、例えば、台45に形成された貫通孔（図示せず）を介した空気の吸引力等を利用して台45に固定し、プラスチックフィルム41を剥離する。なお、(b)は、プラスチックフィルム41を剥離した後の積層体40を表している。

【0042】続いて、巻き付け工程として、図6に示したように、積層体40の上に円柱形状の芯材11となる生成形体46を載置し、生成形体46の周囲に積層体40を巻き付けることにより、焼成用の原料成形体を作製する。なお、生成形体46を構成するセラミック粒子や焼結助剤の割合は、グリーンシート44と同様であることが好ましい。

【0043】その後、脱脂・焼成工程として、酸素の存在下、400~600 $^{\circ}\text{C}$ の温度で脱脂を行い、接着層用グリーンシート47、生成形体46、導体ペースト層43a、43b及びグリーンシート44中の有機物を除去し、続いて、焼成を行ってセラミック粉末や高融点金属等を焼結させる。これにより、図1に示したような、セラミックヒーター10を製造する。このとき、焼成温度は、1450~1650 $^{\circ}\text{C}$ が好ましく、焼成時間は、2~4時間が好ましい。なお、生成形体46を中空状とすることにより、脱脂工程や焼成工程において、発生する気体の抜けが良好になり、効率よく脱脂、焼成を行うことができる。

【0044】なお、図1においては、セラミックヒーター10の下端に端子部15が露出した形状となっているが、本発明のセラミックヒーターの製造方法により、製造されるセラミックヒーターは、図7に示したような構成のセラミックヒーター20であってもよい。図7

(a)に示したセラミックヒーター20は、芯材11とこの芯材11を被覆する絶縁層22とからなるセラミック基体に、抵抗発熱体23及び端子部25が埋設されており、絶縁層22の下端に切り欠き部26が形成され、この切り欠き部26に露出した端子部25にリード線24が接続、固定された構造となっている。(b)は、(a)図のA-A線断面図である。

【0045】上述した通り、本発明のセラミックヒーターの製造方法は、少なくとも、焼成後抵抗発熱体となる導体ペースト層の印刷方向に垂直な成分の一部が、その平行成分よりも幅広くなるように、フィルム上に抵抗発熱体用の導体ペーストをスクリーン印刷する導体ペースト印刷工程を含むものである。従って、この導体ペースト印刷工程で、上記導体ペーストとともに巻き込まれたエアに起因する気泡が、上記導体ペースト層の印刷方向に垂直な成分に残留していても、本発明のセラミックヒーターの製造方法により製造されたセラミックヒーターは、上記抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分に細りが発生して抵抗値が変動したり、断線してしまうことがなく、全体でほぼ均一に発熱する。従って、本発明のセラミックヒーターは、発熱安定性に優れるとともに耐久性に優れたものとなる。

【0046】

【実施例】以下に実施例を掲げて本発明を更に詳しく説明するが、本発明はこれら実施例のみに限定されるものではない。

【0047】実施例1

上記実施の形態において説明した方法を用い、図1に示した構成のアルミナからなるセラミックヒーター10を製造した。

【0048】このとき、抵抗発熱体13及び端子部15の印刷方向は、抵抗発熱体13から端子部15に向かう方向であり、抵抗発熱体13の形状は、図2(a)に示した通りである。抵抗発熱体13の平行成分13aの幅は390 $\mu\text{m}$ であり、垂直成分13bの幅は540 $\mu\text{m}$ であり、抵抗発熱体13の厚さは25 $\mu\text{m}$ であった。

【0049】また、上記製造工程において、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を92.5重量%、焼結助剤として、 $\text{SiO}_2$ を5.8重量%、 $\text{CaO}$ を1.2重量%、 $\text{MgO}$ を0.5重量%含むセラミック粉末100重量部と、有機バインダーとして、アクリル系樹脂を10重量部、溶剤を15重量部含有するペーストを印刷してグリーンシート44とした。また、同様の組成のものを成形し、円柱形状の生成形体46とした。

【0050】また、脱脂工程は、酸素雰囲気中で450 $^{\circ}\text{C}$ で行い、焼成工程は、不活性ガス雰囲気中において1600 $^{\circ}\text{C}$ で行った。製造されたセラミックヒーター10の絶縁層12は、その厚さが200 $\mu\text{m}$ で、その密度率は97%であり、芯材11の直径は3.15mmで、その密度は、3.64 $\text{g}/\text{cm}^3$ であった。

【0051】本実施例1に係るセラミックヒーター10において、その製造過程である導体ペースト印刷工程で、印刷された抵抗発熱体13となる導体ペースト層43aを観察したところ、抵抗発熱体13の垂直成分13bとなる部分の端部近傍に気泡が集中している部分があったが、最も細くなっている部分の幅を測定したところ、400 $\mu$ mであり、細りは発生していなかった。

【0052】次に、製造したセラミックヒーター10を、500℃に加熱した後、室温まで冷却する冷熱サイクルを100回繰り返すヒートサイクル試験を行ったところ、良好に加熱、冷却を繰り返すことができた。また、このヒートサイクル試験と同時に、抵抗発熱体13の発熱状態をサーモビューを用いて観察したが、抵抗発熱体13の全域にわたって、略均一に発熱していた。

【0053】実施例2

抵抗発熱体の形状を、図2(b)に示したように形成した他は、実施例1と同様にしてセラミックヒーターを製造した。

【0054】このとき、抵抗発熱体130の平行成分130aの幅は390 $\mu$ mであり、垂直成分130bの最も狭い部分の幅は390 $\mu$ m、突起部18部分の最も幅広い部分の幅は540 $\mu$ mであり、抵抗発熱体130の厚さは25 $\mu$ mであった。

【0055】本実施例2に係るセラミックヒーターにおいても、実施例1と同様に導体ペースト印刷工程で、抵抗発熱体130となる導体ペースト層を観察したところ、抵抗発熱体130の突起部18となる部分の先端部分に気泡が集中している部分があったが、細りは発生していなかった。

【0056】次に、実施例1と同条件で、ヒートサイクル試験を行い、抵抗発熱体130の発熱状態を観察したところ、良好に加熱、冷却を繰り返すことができ、抵抗発熱体130の全域にわたって、略均一に発熱していた。

【0057】比較例1

抵抗発熱体の形状を、図9に示したように形成したほかは、実施例1と同様にしてセラミックヒーターを製造した。このとき、抵抗発熱体33の幅は390 $\mu$ mであった。

【0058】本比較例1に係るセラミックヒーターにおいても、実施例1と同様に導体ペースト印刷工程で、抵抗発熱体33となる導体ペースト層を観察したところ、抵抗発熱体33となる部分の垂直成分33bとなる部分に気泡が集中しており、最も細くなっている部分の幅は100 $\mu$ mであり、細りが発生していた。

【0059】次に、実施例1と同条件で、ヒートサイクル試験を行い、抵抗発熱体33の発熱状態を観察したところ、垂直成分33bの細りが発生していた部分で、異常発熱が観察され、ヒートサイクル試験の途中で、断線してしまい、使用することができなくなった。

【0060】上記結果より明らかなように、実施例1、2に係るセラミックヒーターは、少なくとも、抵抗発熱体の印刷方向に垂直な成分の一部が、上記印刷方向に平行な成分よりも幅広くなるように印刷されているため、これらの部分に、気泡が集中して細りや断線等が発生することがなかった。一方、比較例1に係るセラミックヒーターは、抵抗発熱体の幅が、全ての部分で略一定であったため、抵抗発熱体の垂直成分に、気泡が集中したことによる細りが発生し、ヒートサイクル試験中に断線してしまった。

【0061】

【発明の効果】本発明のセラミックヒーターは、上記のように構成されているので、抵抗発熱体に気泡が残留し、上記抵抗発熱体に細りが発生して抵抗値が変化したり、断線したりすることのない発熱安定性及び耐久性に優れたものとなる。

【0062】また、本発明のセラミックヒーターの製造方法は、上記のように構成されているので、抵抗発熱体に気泡が残留し、上記抵抗発熱体に細りが発生して抵抗値が変化したり、断線したりすることのない発熱安定性及び耐久性に優れたセラミックヒーターを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明のセラミックヒーターの一例を示した斜視図であり、(b)は、そのA-A線断面図である。

【図2】(a)は、本発明のセラミックヒーターを構成する抵抗発熱体の一例を平面に展開した展開図であり、(b)は、その他の抵抗発熱体の一例を平面に展開した部分拡大展開図である。

【図3】(a)は、本発明のセラミックヒーターを製造する際の一工程を模式的に示した断面図であり、(b)は、正面図である。

【図4】(a)は、本発明のセラミックヒーターを製造する際の一工程を模式的に示した断面図であり、(b)は、正面図である。

【図5】(a)は、本発明のセラミックヒーターを製造する際の一工程を模式的に示した断面図であり、(b)は、正面図である。

【図6】(a)は、本発明のセラミックヒーターを製造する際の一工程を模式的に示した断面図であり、(b)は、正面図である。

【図7】(a)は、本発明のセラミックヒーターの別の一例を示した斜視図であり、(b)は、そのA-A線断面図である。

【図8】(a)は、従来のセラミックヒーターの構造の一例を示す斜視図であり、(b)は、その断面図である。

【図9】(a)は、図8に示したセラミックヒーターを構成する抵抗発熱体の一例を平面に展開した展開図であ

11  
り、(b)は、その部分拡大図である。

【符号の説明】

10 セラミックヒーター

11 芯材

12 絶縁層

12

\* 13、130 抵抗発熱体

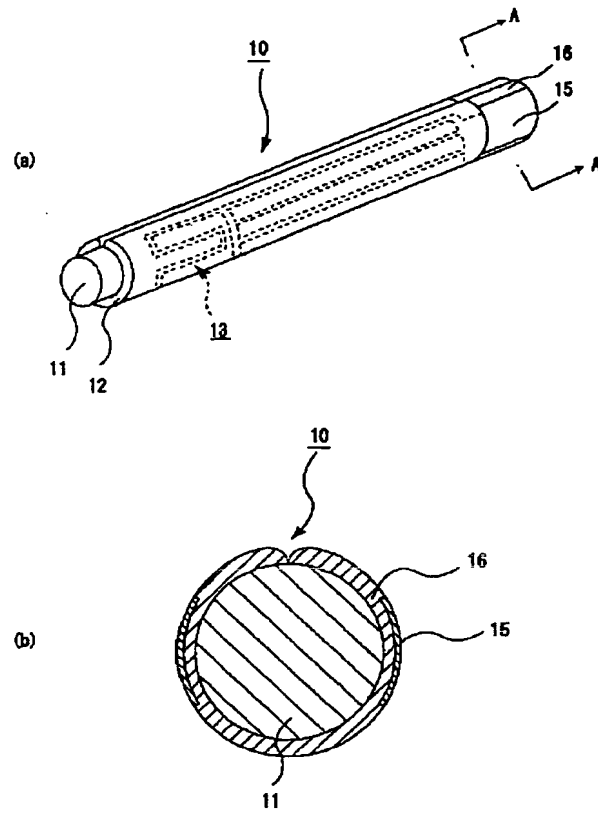
13a、130a 平行成分

13b、130b 垂直成分

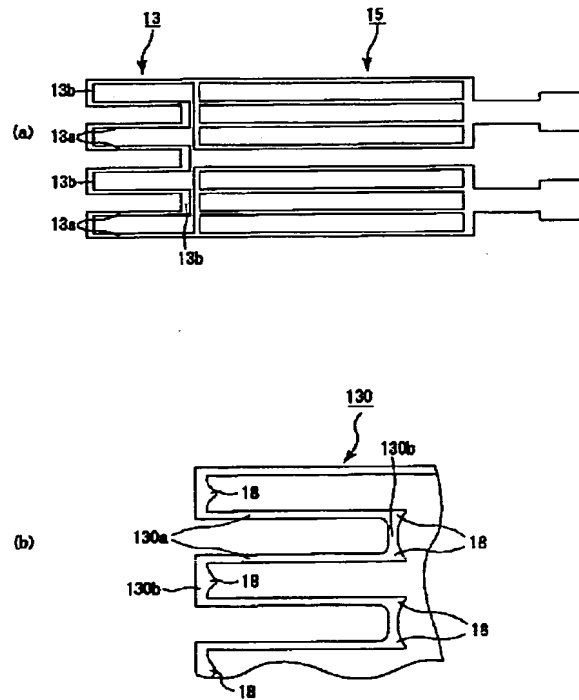
15 端子部

\* 18 突起部

【図1】

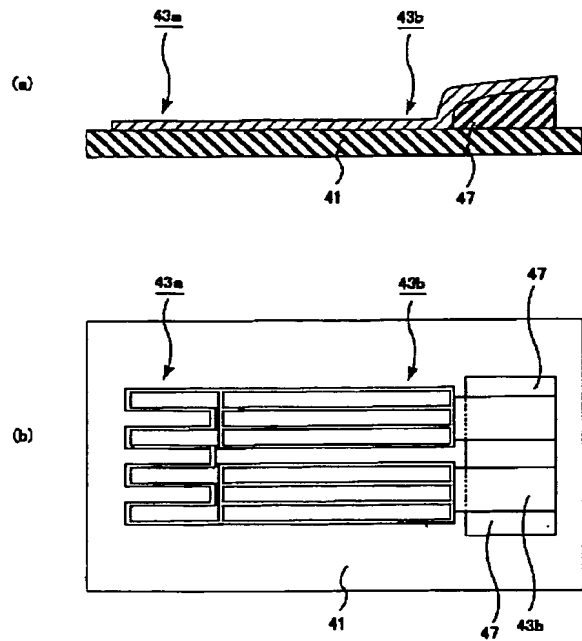


【図2】

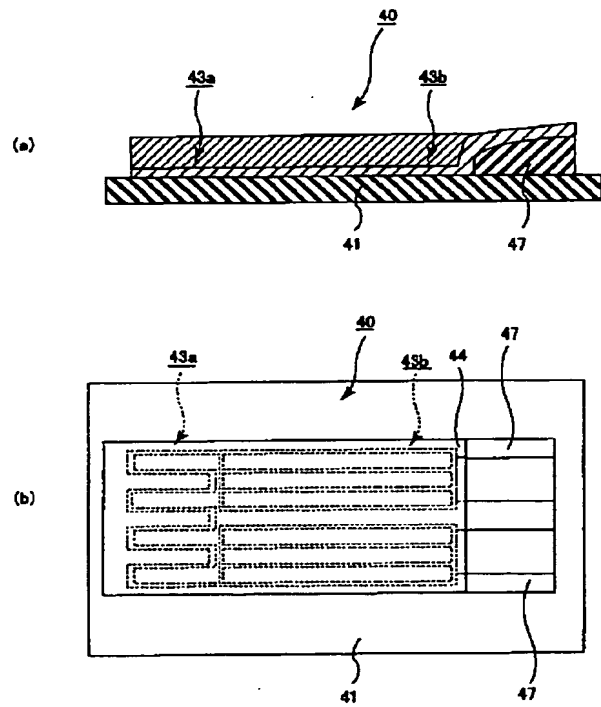




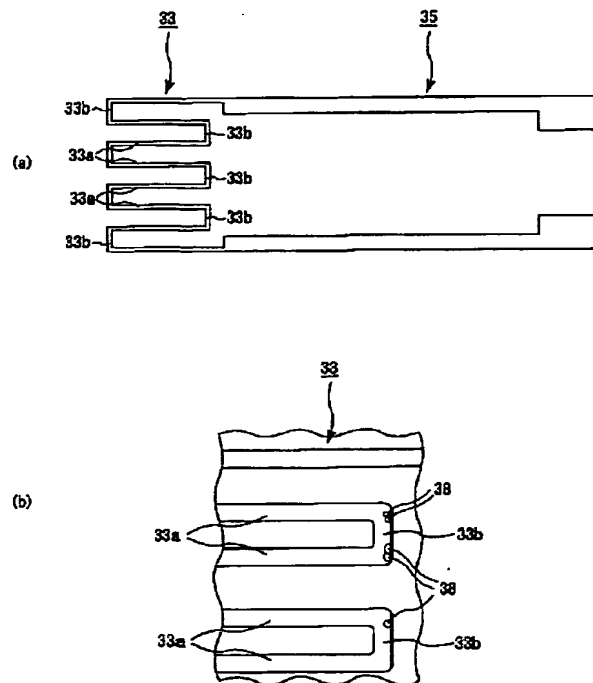
【図3】



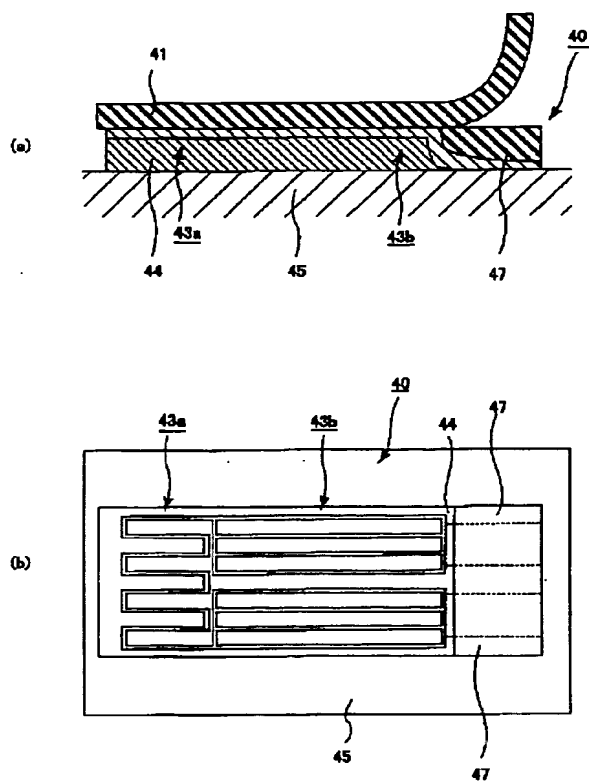
【図4】



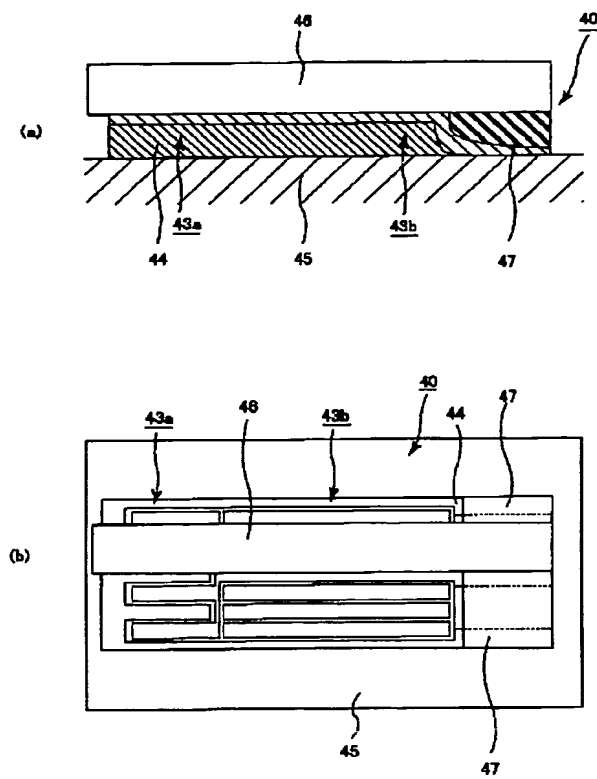
【図9】



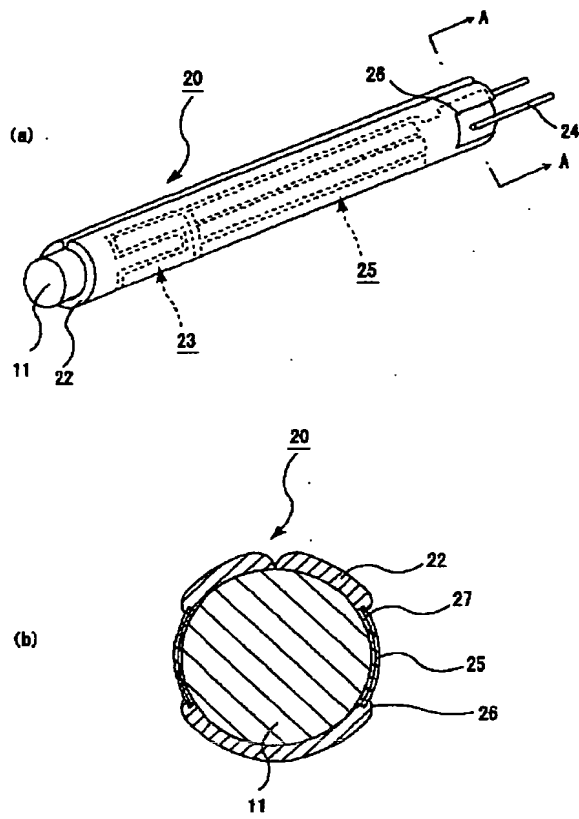
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

